

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>5</sup> :  F01N 3/20, 3/28</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 93/22544 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. November 1993 (11.11.93)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP93/00995 (22) Internationales Anmeldedatum: 24. April 1993 (24.04.93) (30) Prioritätsdaten: P 42 14 579.1 30. April 1992 (30.04.92) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: GAISER, Gerd [DE/DE]; Lange Äcker 4, D-7910 Reutlingen-Rommelsbach (DE). (74) Anwälte: GLEISS, Alf-Olav usw. ; Gleiss &amp; Große, Silber- burgstr. 187, D-7000 Stuttgart 1 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: CA, CZ, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p>		<p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>

(54) Title: REACTOR FOR CATALYTICALLY PROCESSING GASEOUS FLUIDS

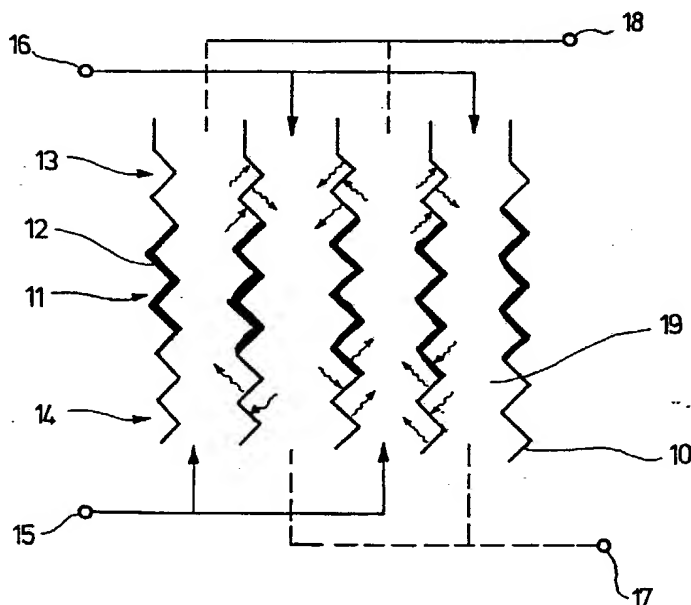
(54) Bezeichnung: REAKTOR ZUR KATALYTISCHEN BEHANDLUNG GASFÖRMIGER FLUIDE

(57) Abstract

Within a reactor for catalytically processing gaseous fluids there takes place a heat exchange, besides the catalytic reaction, and only stationary catalysts are used through which the fluids flow in a single direction. For that purpose, fluid path-forming structures (10) are arranged in a reactor housing, the structures (10) form channels (19) and are provided, preferably coated with, a catalyst (12) in at least one area (11).

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Reaktor zur katalytischen Behandlung gasförmiger Fluide, bei denen neben der katalytischen Reaktion ein Wärmeaustausch stattfindet, die ausschließlich feststehende Katalysatoren verwenden und die jeweils nur in einer Richtung durchströmt werden. Dazu ist vorgesehen, daß in einem Reaktor-gehäuse Fluidpfade bildende Strukturen (10) angeordnet sind, die Strukturen (10) Kanäle (19) bilden, und die Strukturen (10) in mindestens einem Bereich (11) mit einem Katalysator (12) ausgestattet vorzugsweise beschichtet sind.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfhögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabon	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NZ	Neuseeland
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	PL	Polen
BJ	Benin	IE	Irland	PT	Portugal
BR	Brasilien	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KZ	Kasachstan	SK	Slowakischen Republik
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Sowjet Union
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TD	Tschad
CZ	Tschechischen Republik	MC	Monaco	TG	Togo
DE	Deutschland	MG	Madagaskar	UA	Ukraine
DK	Dänemark	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
ES	Spanien	MN	Mongolei	VN	Vietnam
FI	Finnland				

### **Reaktor zur katalytischen Behandlung gasförmiger Fluide**

Die Erfindung betrifft einen Reaktor zur katalytischen Behandlung gasförmiger Fluide, bei denen neben der katalytischen Reaktion ein Wärmeaustausch stattfindet.

Es ist bekannt, daß zur Abluftreinigung, beispielsweise lösemittelhaltiger Luft aus Industrie und technischer Synthese, Katalysatoren eingesetzt werden. Dabei wird die Abluft durch einen Reaktor geleitet, in dem ein Katalysator angeordnet ist. Für eine katalytische Oxidation ist typisch, daß das zu behandelnde Fluid einerseits eine bestimmte Ausgangstemperatur benötigt, damit die katalytische Reaktion in Gang kommt, und andererseits während der katalytischen Reaktion Wärme durch exotherme Reaktion freigesetzt wird.

Somit ist es erforderlich, die freigesetzte Wärme abzuführen, damit es nicht zu Überhitzungen und zur Zerstörung des Katalysators kommt, und insbesondere in der Anfangsreaktion Wärme zuzuführen.

Hierzu ist bereits bekannt geworden, einen Abluftreaktor mit periodisch wechselnder Strömungsrichtung vorzusehen. Neben dem hohen technischen Aufwand ist insbesondere nachteilig, daß beim Wechsel der Strömungsrichtung die im ehemaligen Zulauf befindliche Luftmenge ungereinigt ausgeschoben wird.

Es wurde weiter vorgeschlagen, eine katalytische Abluftreinigung mit einem rotierenden Katalysator durchzuführen. Dabei wird der Abluftstrom durch die Drehbewegung des Katalysators radial oder axial im periodischen Wechsel durch den Katalysator geführt. Durch den Einsatz rotierender Teile ergeben sich große Probleme bei der Abdichtung und durch einen Wechsel der Durchströmungsrichtung kommt es ebenfalls zu sogenanntem Totvolumen, also nicht behandelten Abluftmengen.

Die Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, einen Reaktor der gattungsgemäßen Art zu entwickeln, der ohne Änderung der Durchströmungsrichtung eine kontinuierliche Betriebsweise ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in einem Reaktorgehäuse Fluidpfade bildende Strukturen derart eingebracht werden, daß sich kanalartige Strukturen ergeben und diese abschnittsweise katalytisch wirkende Bereiche besitzen. Es hat sich gezeigt, daß durch diese Anordnung bei stets gleicher Strömungsrichtung des Fluids Zonen unterschiedlicher Temperatur erreicht werden können. Gerade diese Temperaturzonenverteilung ist bei

der katalytischen Abluftreinigung erwünscht bzw. notwendigerweise vorhanden.

Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, wenn die Strukturen eine von einer ebenen Fläche abweichende Oberfläche, beispielsweise eine gewellte, besitzen und nur in ihrem Mittelbereich mit einem Katalysator ausgestattet werden, so daß der Anfangs- und Endbereich jeweils keinen katalytischen Bereich aufweist.

Durch die gewellte Struktur der Platten entsteht zwischen zwei je dieser Platten ein Strömungskanal mit sehr hohem örtlichen Wärme- und Stoffübergang an den Platten.

Dieser Effekt wird in vorteilhafter Weise ausgenutzt, indem erfindungsgemäß zwischen in zwei benachbarten Kanälen die Abluft im Gegenstromprinzip geleitet wird.

Dazu wird der Fluidstrom aufgeteilt und nur jedem zweiten Strömungskanal in einer Richtung zugeführt. Damit wird erreicht, daß in einem ersten nicht mit Katalysator ausgestatteten Wellblechplattenbereich die Wärme aus der bereits den Katalysator passiert und durch die exotherme Reaktion erwärmte Luft an diesen Plattenbereich abgegeben wird und im benachbarten Kanal die noch zu katalysierende Abluft durch den Wärmeübergang vorgewärmt wird. In einem zweiten, ebenfalls nicht mit Katalysator ausgestatteten, Wellblechplattenbereich erfolgt derselbe

Wärmeübergang, jedoch genau in die entgegengesetzte Richtung.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, das Fluid durch jeweils zwei miteinander verbundene benachbarte Kanäle zu führen, so daß die in einem Fluidstrom entstandene Reaktionswärme an den eigenen Fluidstrom zum Vorheizen abgegeben werden kann.

Anstelle der Abdichtung können die Kanäle auch in einem gemeinsamen Sammelkanal enden und von dort aus die jeweils benachbarten Kanäle durchströmen. Diese Strömungsweise ergibt sich zwangsweise, da das Fluid mit einem Eigendruck dem Reaktor zugeführt wird.

Hierbei ist in vorteilhafter Ausgestaltung vorgesehen, daß der Sammelkanal eine Einrichtung zur Wärme-Ab-und/oder-Zuführung besitzt. Somit kann alternierend entsprechend dem Reaktionsverlauf, stark oder weniger stark exotherm, der Wärmehaushalt reguliert werden.

Durch eine geeignete Gestaltung der Plattenoberfläche läßt sich sowohl ein sehr hoher Wärme- und Stoffübergang zwischen Fluid und Wand erzielen, als auch ein definiertes, einheitliches Verweilzeitverhalten und eine homogene Quervermischung in der Fluidphase.

Die Gestaltung der Plattenoberfläche hinsichtlich eines sehr hohen Wärmeübergangs ist entscheidend, da zum Beispiel bei der katalytischen Reinigung lösungsmittelhaltiger Abluft die Schadstoffkonzentration gering ist und damit ist auch der durch die Katalyse entstehende Heizwert gering. Dies ergibt eine geringe Temperaturdifferenz zwischen Zu- und Abluft. Daraus resultiert eine relativ geringe Erwärmung der Luft durch die Reaktion und damit eine relativ geringe Temperaturdifferenz zwischen gereinigter Abluft nach der Reaktion und vorgereinigter Zuluft vor der Reaktion.

Um nun die in den Reaktor einströmende Luft auf Reaktionstemperatur zu bringen muß die - bei geringer Lösemittelkonzentration in der Abluft relativ geringe Wärmemenge - möglichst vollständig an die zuströmende Luft übertragen werden.

Im Sinne der Erfindung ist ebenfalls, daß neben den bisher beschriebenen autothermen Reaktortypen auch die Verwendung bei stark exothermen oder stark endothermen Reaktionen vorgesehen ist. ausgestattet vorz Reaktortypen ist eine einheitliche Wärmezufuhr- oder Abfuhr erforderlich, da es sonst zu einer Zerstörung des Katalysators kommt, bzw. bei endothermer Reaktion zu einem Verlöschen der Reaktion.

Hierzu sind erfindungsgemäß zu den bereits beschriebenen Fluidpfade bildenden Strukturen zusätzliche Heiz- und/oder Kühlkanäle vorgesehen. Diese

sind vorzugsweise jeweils zwischen zwei Reaktionspfaden angeordnet.

Die Bauformen können den jeweiligen Erfordernissen angepaßt sein, beispielsweise kann für den autothermen Betrieb die Oberflächenprägung der Wärmeaufnahme- und Wärmeabgabezonen für einen anderen Wärme- bzw. Stoffübergang ausgelegt werden als die Reaktionszone.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die beschriebenen Platten so zueinander versetzt angeordnet sind, daß die benachbarten Platten sich an den sich gegenüberstehenden Wellenstrukturen berühren. Die Wellenstrukturen können eine unterschiedliche Dimensionierung sowohl in der Höhe als auch im Abstand zueinander haben.

Es kann auch sehr zweckmäßig sein, daß die benachbarten Platten eine entgegengesetzte Orientierung haben, so daß sich die Platten aufeinander abstützen. Bei diesem Aufbau lassen sich die besten Ergebnisse erzielen.

Weitere vorteilhafte Lösungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend in mehreren Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:



- Figur 1 einen Reaktor in eingängiger Bauweise;
- Figur 2 einen Reaktor in zweigängiger Bauweise;
- Figur 3 einen Reaktor in zweigängiger Bauweise mit Sammelkanal;
- Figur 4 einen Reaktor mit zusätzlichen Heiz- oder Kühlkanälen;
- Figur 5 einen weiteren Reaktor mit Heiz- oder Kühlkanälen;
- Figur 6 eine Variante der Plattenanordnung;
- Figur 7 eine weitere Variante der Plattenanordnung und
- Figur 8 eine Variante der Plattengestaltung.

In Figur 1 ist ein Reaktor zur katalytischen Behandlung gasförmiger Fluide gezeigt. Der Übersichtlichkeit halber wurde hier und in den weiteren Figuren auf die Darstellung des Reaktorgehäuses verzichtet.

Es sind mehrere, hier eine gewellte Struktur aufweisende, Platten 10 parallel derart zueinander angeordnet, daß sich zwischen den Platten 10 Kanäle 19 ergeben. Die Platten 10 besitzen einen Bereich 11, in dem die Platten beidseitig mit einem Katalysator 12 ausgestattet, hier beispielsweise

beschichtet sind. Darüber hinaus besitzen die Platten 10 Bereiche 13 und 14, in denen kein Katalysator vorgesehen ist, also keine Beschichtung erfolgt. Zum Einbringen des Fluids sind ein Einlaß 15 und ein Einlaß 16 und zum Abführen des Produktes ein Auslaß 17 und ein Auslaß 18 vorgesehen.

Die Funktionsweise des Reaktors ist folgende:

Das über die Einlässe 15 zugeführte Fluid wird so aufgeteilt, daß es nur jeden zweiten Kanal 19 in einer Richtung durchströmt. Das über den Einlaß 16 zugeführte Fluid wird ebenfalls in jeden zweiten Kanal 19 eingeleitet, so daß sich in zwei benachbarten Kanälen 19 jeweils ein Gegenstrom ergibt. Wenn das Fluid den mit dem Katalysator 12 ausgestatteten beziehungsweise beschichteten Bereich 11 passiert, kommt es zur katalytischen Reaktion. Bei dieser Reaktion wird Wärme freigesetzt, die das Fluid aufnimmt. Indem das Fluid nunmehr den Bereich 13 passiert, gibt es Wärme an die Platten 10 ab. Da im benachbarten Kanal 19 noch unbehandeltes und damit kälteres Fluid einströmt, nimmt dieses hier Wärme auf. So vorgewärmt tritt dieses Fluid in die Reaktionszone seines Kanals 19 ein und wird katalytisch behandelt. Durch die exotherme Reaktion wird das Fluid weiter erwärmt und gibt wiederum Wärme an die Platten 10 im Bereich 14 ab.

Durch die wechselseitige Durchströmung der Kanäle 19 ergibt sich somit eine autotherme Verfahrens-

führung. In jedem Strömungskanal ergeben sich verschiedene Funktionsbereiche: im ersten Teil wird das Fluid aufgeheizt, reagiert im mittleren Teil und gibt im dritten Teil die Wärme an das Fluid in den Nachbarkanälen ab. Damit ist gewährleistet, daß das Fluid auf die jeweilige Vorreaktionstemperatur vorgewärmt wird. Lediglich beim ersten Inbetriebsetzen des Reaktors kann eine zusätzliche einmalige Vorwärmung des Fluids notwendig sein.

Der Wärmefluß in den Platten kann durch die Wahl der Plattenstärke, des Plattenmaterials und der Oberflächenstrukturierung verändert und damit beeinflusst werden.

Auch in der hier nicht gezeigten Möglichkeit der durchgehenden Ausstattung beziehungsweise Beschichtung der Platten 10 mit einem Katalysator 12 stellen sich Bereiche mit verschiedenen Temperaturen und damit verschiedene Funktionen (aufheizen, katalytische Reaktion, abkühlen) ein. Es bedarf zum Beispiel einer Aufheizzeit des Fluids, so daß der erste Bereich Kühler ist und im letzten ebenfalls mit Katalysator beschichteten Bereich keine weitere Erwärmung mehr erfolgt, da durch die bereits vorher stattgefundene Katalyse keine Wärmeumsetzung im gereinigten Fluid mehr erfolgt.

Figur 2 zeigt eine andere Variante eines Reaktors. Es sind ebenfalls mehrere eine gewellte Struktur aufweisende Platten 20 parallel angeordnet, so daß

sich Kanäle 21 ergeben. Die Platten 20 haben einen Bereich 22, in dem sie beidseitig mit einem Katalysator 23 ausgestattet beziehungsweise beschichtet sind und einen Bereich 24, in dem keine Beschichtung erfolgt. Jeweils zwei nicht benachbarte Platten 20 sind miteinander verbunden, so daß zwei Kanäle 21 einen zusammenhängenden, geknickt verlaufenden Reaktionsraum ergeben. Der Reaktor verfügt über einen Einlaß 25 für das Fluid und einen Auslaß 26 für das Produkt.

Die Funktionsweise ist folgende:

Das Fluid wird über den Einlaß 25 dem Reaktor zugeführt und so aufgeteilt, daß es in jeden zweiten Kanal 21 einströmt. Im Bereich 22 der Platten 20 erfolgt die katalytische Reaktion. Diese Reaktion erfolgt sowohl beim Aufströmen als auch beim Abwärtsströmen des Fluids. Das durch die exotherme Reaktion aufgeheizte Fluid gibt beim abwärtigen Vorbeiströmen Wärme an die Platten 20 im Bereich 24 ab. Die hier abgegebene Wärme wird vom im benachbarten Kanal 21 aufströmenden Fluid aufgenommen, das sich somit auf die notwendige Vorreaktionstemperatur vorwärmt.

In Figur 3 ist eine weitere Variante des Reaktors gezeigt. Dieser dem in Figur 2 dargestellten, im Aufbau ähnelnde Reaktor hat anstelle der Verbindung von zwei nicht benachbarten Platten 20 einen Sammelkanal 27. In diesem Sammelkanal münden die Kanäle

le 21, wobei das Fluid in unterschiedlichen Kanälen zurückströmen kann.

Im hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist am Sammelkanal 27 ein Abzug 28 für Wärmeenergie vorgesehen. Hierdurch ist es insbesondere möglich, bei stark exotherm verlaufenden katalytischen Reaktionen überschüssige Wärmeenergie abzuführen. Die Wärmeabfuhr erfolgt nur insoweit, daß eine ausreichend große Wärmemenge zur Erwärmung der Platten 20 im Bereich 24 zur Verfügung steht.

Weiterhin sind zwei externe Vorheizeinrichtungen 29 und 30 vorgesehen. Diese Vorheizeinrichtungen werden bei der Inbetriebsetzung des Reaktors benötigt, um das Fluid auf die notwendige Reaktionstemperatur vorzuheizen. Dafür stehen wahlweise die Vorheizeinrichtung 29 im Zufluß des Fluids und die Vorheizeinrichtung 30 am Sammelkanal 27 zur Verfügung.

Die bisher beschriebenen Ausführungsbeispiele sind in erster Linie auf eine autotherme Betriebsweise ausgelegt.

Figur 4 zeigt eine Ausführungsform des Reaktors, die bei stark exothermen oder stark endothermen Reaktionen zur Anwendung kommt. Hier sind jeweils zwischen zwei einen Reaktionsraum 31 bildenden Platten 32 zu einem Kühl- oder Heizkreislauf 33 gehörende Kanäle 34 angeordnet. Die Platten 32 besitzen einen mit Katalysator 35 beschichteten Be-

reich 36 und einen unteren Bereich 37 und einen oberen Bereich 38, der unbeschichtet ist.

Die Platten 32 sind jeweils nur an der im Reaktionspfad befindlichen Seite mit Katalysator beschichtet.

Die Funktionsweise ist folgende:

Über den Einlaß 39 wird das Fluid dem Reaktor zugeführt und in den Reaktionsraum 31 geleitet. Dort erfahren die Fluide die bereits beschriebene katalytische Behandlung im Bereich 36 und werden über den Auslaß 40 wieder entnommen. Je nachdem, ob es sich um eine stark exotherme oder stark endotherme Katalyse handelt, wird durch die Kanäle 34 ein Kühl- oder Heizmedium geleitet. Dieses führt aus dem Reaktionsraum 31 entweder Wärme ab oder zu. Damit wird die katalytische Reaktion im Gleichgewicht gehalten. Die Bereiche 37 und 38 bilden die bei den oberen Beispielen erwähnten Aufheiz- bzw. Abkühlzonen für das Fluid.

In einem weiteren, nicht dargestellten, Ausführungsbeispiel kann auf die nicht mit einem Katalysator ausgestatteten beziehungsweise unbeschichteten Bereiche 37 und 38 verzichtet werden, so daß die Platten 32 auf ihrer gesamten Länge mit dem Katalysator 35 ausgestattet beziehungsweise beschichtet sind. Die Abkühlung bzw. Aufheizung erfolgt dann ausschließlich durch die durch die Kanäle 34 geleiteten Medien.

Eine weitere Variante eines Reaktors ist in Figur 5 gezeigt. Hierbei wird der in Figur 2 beschriebene Reaktoraufbau mit einem Kühl- oder Heizkreislauf 33 kombiniert. So ist es möglich, einen möglichst langen Reaktionsweg auszunutzen und so zusätzlich entstehende Wärme abzuführen bzw. zusätzlich benötigte Wärme zuzuführen.

In den Figuren 6 bis 8 sind unabhängig vom gesamten Reaktoraufbau Möglichkeiten der Plattenanordnungen beispielhaft gezeigt.

In Figur 6 ist in perspektivischer Ansicht eine Plattenanordnung verdeutlicht.

Man erkennt deutlich, wie die Platten 50 abwechselnd im Winkel versetzt übereinander angeordnet sind. Die Platten 50 stützen sich dabei auf ihren, der gewellten Struktur entsprechenden, Wölbungen 51 ab.

Durch diese optimale Abstützung wird gleichzeitig auch bei sehr dünnen Wänden eine gute Stabilität erreicht. Da gerade dünnere Wände eine gute Leitfähigkeit besitzen, bieten sich hier optimale Konstruktionen an.

Durch die Platten 50 werden Kanäle 52 gebildet, die durch die Abstützungen der Wölbungen 51 nicht glatt durchgehend sind. Durch diese Hindernisse im Fluidstrom und/oder Heiz- bzw. Kühlmittelstrom kommt es

zu einer besseren Verwirbelung der Medien und damit besseren Wirkungsweise der gesamten Anordnung.

Als Versetzungswinkel ist jeder Winkel zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  möglich.

Des weiteren ist eine, wie Figur 7 zeigt, ineinanderliegende Anordnung gewellter Strukturen möglich. Die Platten 60 sind so angeordnet, daß sich ein durchgehender Kanal 61 ergibt. Zwischen den Platten sind, hier nicht gezeigte, zusätzliche Abstützungen vorgesehen.

Weiterhin kann es, wie aus Figur 8 hervorgeht, zweckmäßig sein, wenn Platten 70 und 71 eingesetzt werden, die eine unterschiedliche Gestaltung sowohl in der Höhe als auch im Abstand der aufeinanderfolgenden gewellten Strukturen aufweisen.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele, sondern stellt auf alle Reaktortypen ab, die Katalysatoren beinhalten, denen Aufheiz- und/oder Abkühlzonen für das Fluid zugeordnet sein können.

So ist es insbesondere auch im Rahmen der Erfindung, wenn die gezeigten Katalysatorbereiche 11, 22, 36 nicht durchgehend mit einem Katalysator ausgestattet beziehungsweise beschichtet sind, sondern auch katalysatorfreie Bereiche aufweisen. Damit wäre eine noch genauere Wärmeführung des gesamten Verfahrensablaufes möglich.



Im übrigen ist es möglich die Fluidpfade auf beliebige Weise mit einem Katalysator auszustatten. Beispielsweise kann auf eine Beschichtung der Wände mit Katalysatormasse verzichtet werden und stattdessen eine katalysatorbeschichtete Struktur, zum Beispiel ein Gitter, oder eine Katalysator-Schüttung in den Fluidpfad eingebracht werden.

### Patentansprüche

1. Reaktor zur katalytischen Behandlung gasförmiger Fluide, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Reaktorgehäuse Fluidpfade bildende Strukturen (10) angeordnet sind, die Strukturen (10) Kanäle (19) bilden, und die Strukturen (10) in mindestens einem Bereich (11) mit einem Katalysator (12) ausgestattet sind.
2. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturen (10) vorzugsweise Platten sind, die eine von einer ebenen Fläche abweichende Oberfläche besitzen.
3. Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem mit Katalysator (12) ausgestatteten Bereich (11) Bereiche (13; 14) ohne Katalysator vor- bzw. nachgeordnet sind.
4. Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor Einlässe (15; 16) und Auslässe (17; 18) derart besitzt, daß sich in den sich benachbarten Kanälen (19) gegenläufige Fluidpfade ergeben.

5. Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (19) unterschiedliche Funktionsbereiche für die Erwärmung, für die Reaktion und für die Wärmeabgabe aufweisen.

6. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Reaktorgehäuse feststehende Platten (20) vorzugsweise parallel beabstandet zueinander angeordnet sind, die Platten (20) Kanäle (21) bilden, zwei jeweils nicht benachbarte Platten (20) miteinander verbunden sind, daß sich ein um insbesondere 180° geknickter Fluidpfad ergibt und die Platten (20) in mindestens einem Bereich (22) mit einem Katalysator (23) ausgestattet sind.

7. Reaktor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem mit Katalysator (23) ausgestatteten Bereich (22) ein Bereich (24) ohne Katalysator vorgeordnet ist.

8. Reaktor nach Anspruch 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (21) in einem Sammelkanal (27) münden.

9. Reaktor nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Sammelkanal (27) einen Wärmeabzug (28) besitzt.

10. Reaktor nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Sammelkanal (27) eine Vorheizeinrichtung (30) besitzt.

11. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß im Zufluß des Fluids eine Vorheizeinrichtung (29) angeordnet ist.

12. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Reaktorgehäuse feststehende Platten (32) parallel beabstandet zueinander angeordnet sind, die Platten (32) getrennte Kanäle (31 und 34) bilden und die Platten (32) in mindestens einem Bereich (36) mit einem Katalysator (35) ausgestattet sind.

13. Reaktor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (34) Bestandteil eines Kühl- oder Heizmittelkreislaufs (33) sind.

14. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Reaktorgehäuse feststehende Platten (20) parallel beabstandet zueinander angeordnet sind, die Platten (20) Kanäle (21) bilden, zwei jeweils nicht benachbarte Platten (20) miteinander verbunden sind, daß sich ein um 180° geknickter Fluidpfad ergibt und die Platten (20) in mindestens einem Bereich (22) mit einem Katalysator (23) ausgestattet sind und zwischen zwei geknickten Fluidpfaden Kanäle (41) angeordnet sind.

15. Reaktor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (41) Bestandteil eines Kühl- oder Heizmittelkreislaufs (33) sind.

16. Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (10; 20; 32) einseitig mit Katalysator ausgestattet vorzugsweise beschichtet sind.

17. Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereiche (11; 22; 36) nicht durchgehend mit einem Katalysator (12; 23; 35) ausgestattet sind.

18. Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den mit Katalysator ausgestatteten Bereichen der Fluidpfade die die Fluidpfade bildenden Strukturen mit einem Katalysator beschichtet sind.

19. Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator in den Kanälen (19; 21; 31) als Schüttung eingebracht ist.

20. Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator in den Kanälen (19; 21; 31) auf zusätzlichen, nicht mit den Wänden identischen, Strukturen aufgebracht ist.

21. Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Platten (10; 20; 32) Wellblech sind, deren Wellen aufeinanderfolgender Platten gegeneinander verdreht sind, so daß sie

einen Winkel miteinander bilden und eine entgegengesetzte Orientierung aufweisen.

22. Reaktor nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (50) so angeordnet sind, daß die Wölbungen (51) sich gegenüberstehen und berühren und sich eine Anzahl von Kanälen (52) ergibt.

23. Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Platten (10; 20; 32; 50; 60; 70) nicht parallel und/oder verdreht zueinander angeordnet sind.

24. Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (70; 71) eine voneinander abweichende Dimensionierung der gewölbten Strukturen in der Höhe und/oder dem Abstand haben.

1 / 4

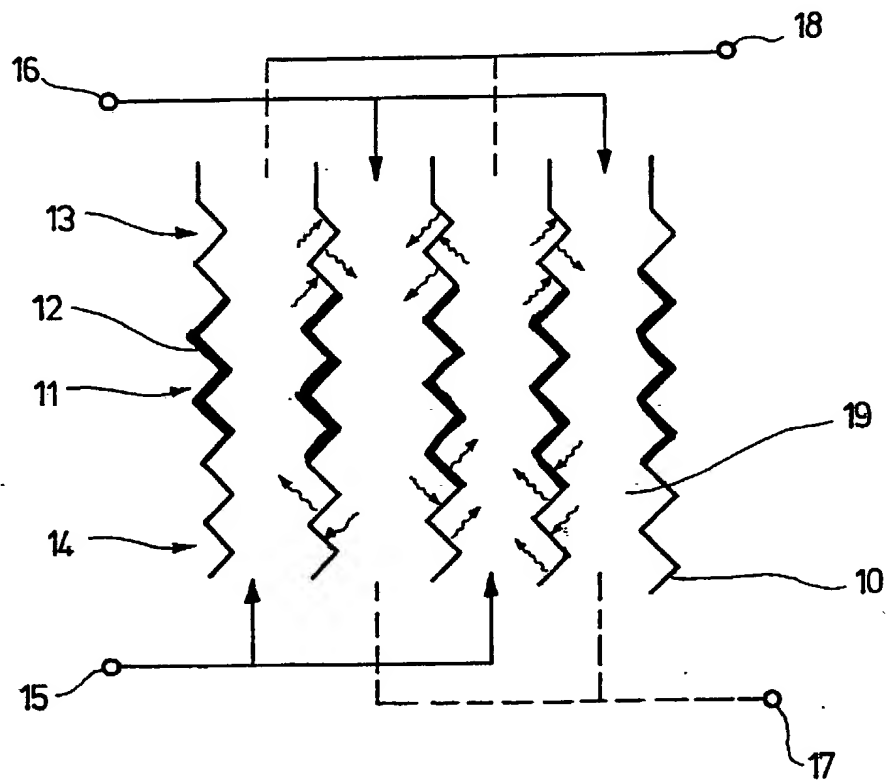


Fig. 1

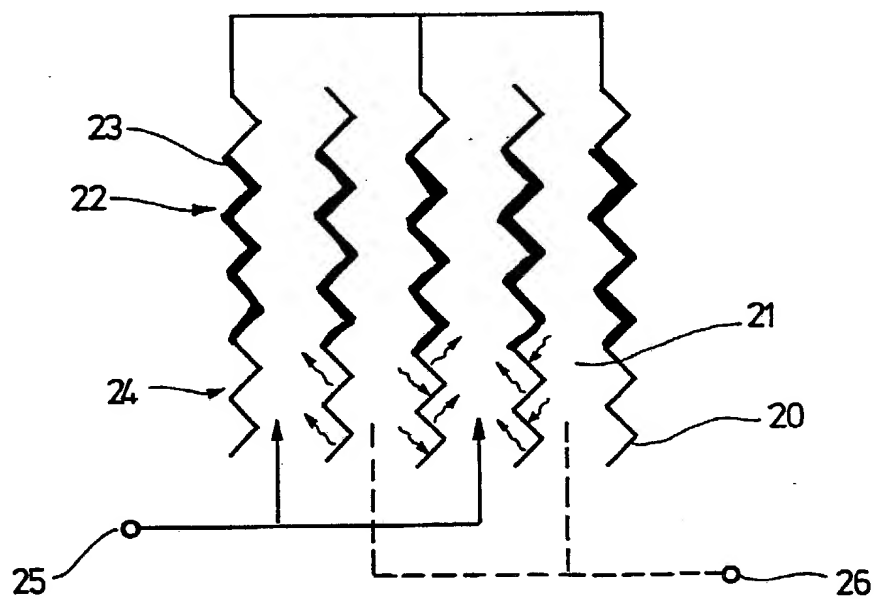
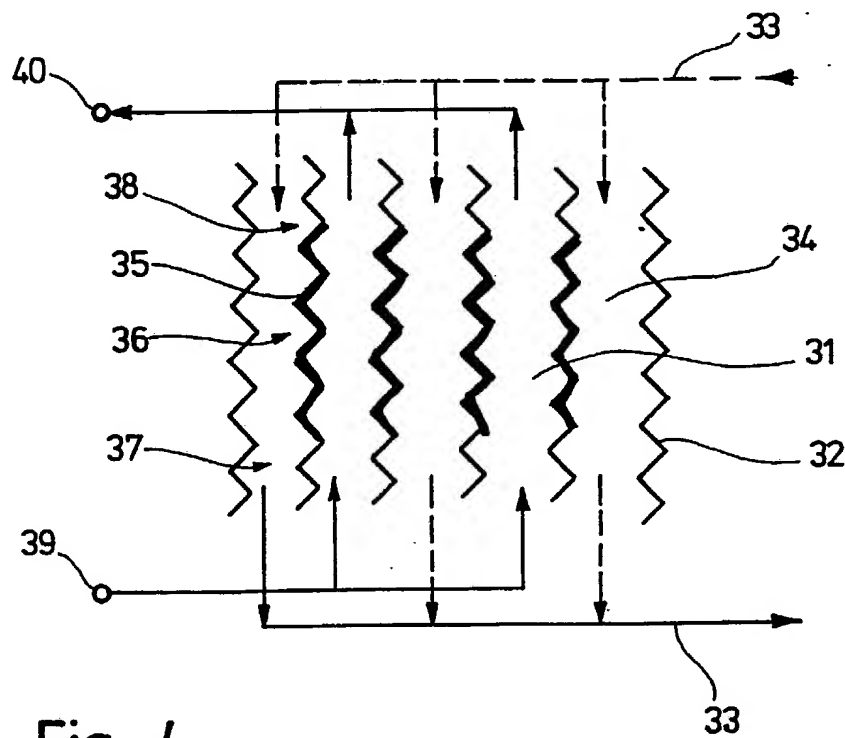
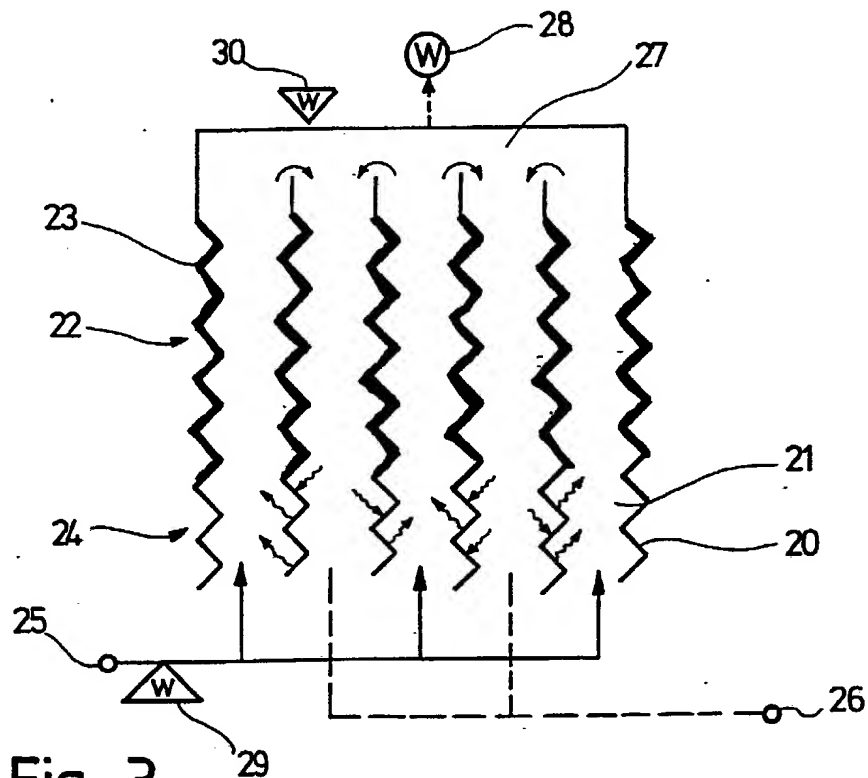


Fig. 2

2 / 4





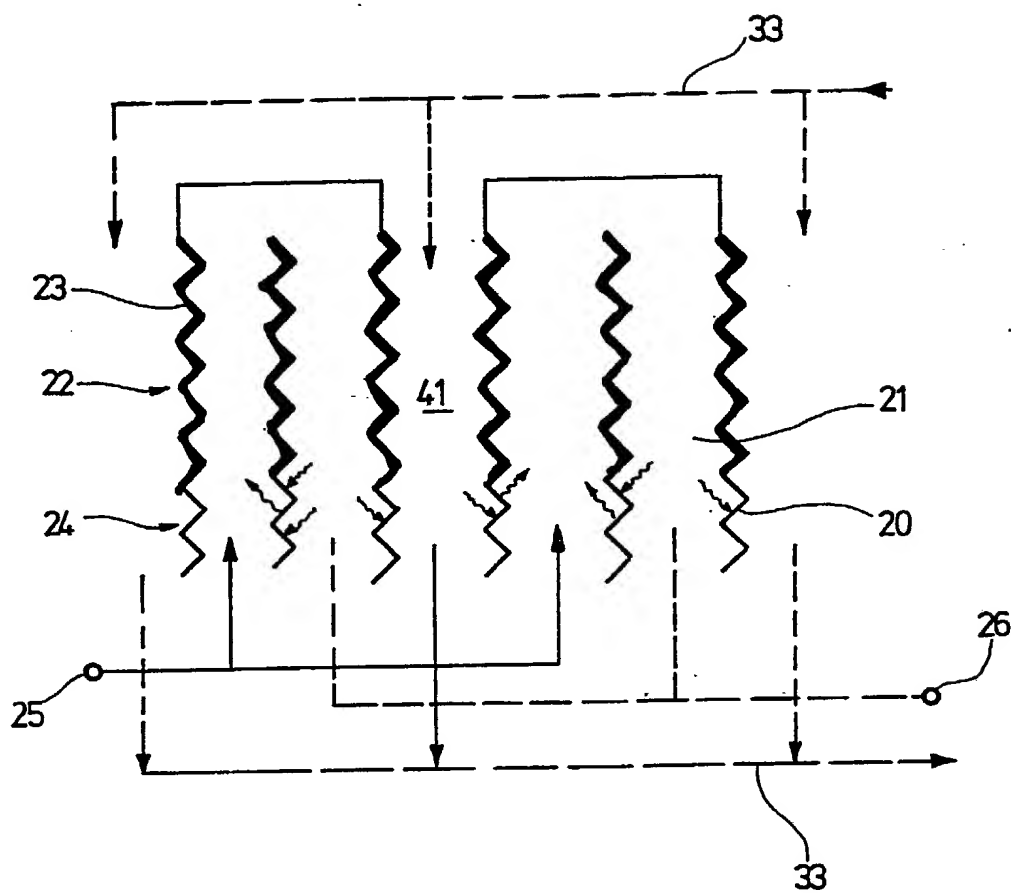


Fig. 5

4 / 4

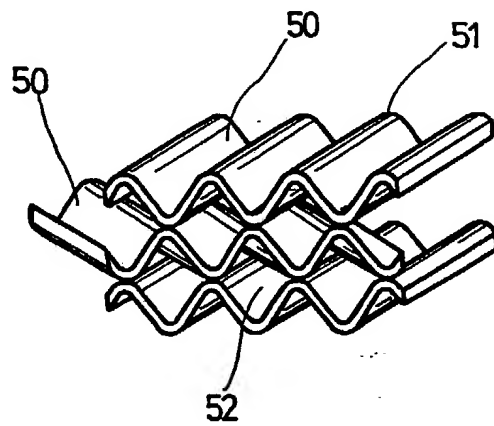


Fig. 6

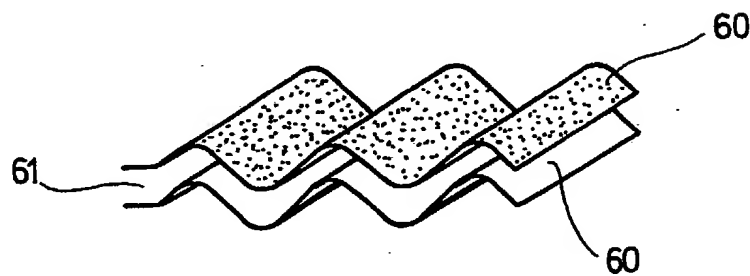


Fig. 7

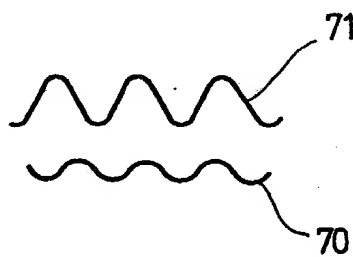


Fig. 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 93/00995

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INT. CL.<sup>5</sup> F01N3/20 ; F01N3/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

INT. CL.<sup>5</sup> F01N ; B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE, A, 2 401 204 (MARQUARDT, PETER) 17 July 1975 *claim 1-4* see page 2, line 19 - page 3, line 34; figure 1	1-12
X, P A	EP, A, 0 504 719 (SCHWABISCHE HUTTENWERKE GMBH) 23 September 1992 *abstract* see column 6, line 33 - column 7, line 38; figure 2	1-5 6-15
X	DE, A, 3 536 309 (POHLMANN, ERICH) 12 June 1986  see page 7, paragraph 6 - page 8, paragraph 2; figure 1 see page 8, paragraph 4 - page 9, paragraph 1; figure 3 see page 10, paragraph 2 - page 11, paragraph 2; figure 5	1, 2, 3, 16, 18 20, 22, 24
	---	
	-/--	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 August 1992 (06.08.93)

Date of mailing of the international search report

13 August 1993 (13.08.93)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 93/00995

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US, A, 3 972 685 (HANAOKA) 3 August 1976 see column 6, line 25 - column 7, line 31; figures 7, figures 7, 8, 9	1-4 20, 21, 22
X	----- US, A, 3 910 042 (YUGE) 7 October 1975 see column 3, line 53 - column 4, line 24; figure 2 -----	1, 2, 21, 23

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

EP 9300995  
SA 73391

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

06/08/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-2401204	17-07-75	None	
EP-A-0504719	23-09-92	DE-A- 4109227	24-09-92
DE-A-3536309	12-06-86	None	
US-A-3972685	03-08-76	JP-C- 861819	30-05-77
		JP-A- 50061509	27-05-75
		JP-B- 51038389	21-10-76
		US-A- 3957447	18-05-76
US-A-3910042	07-10-75	JP-C- 983982	22-01-80
		JP-A- 49004670	16-01-74
		JP-B- 54015973	19-06-79

EPO FORM P007

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP 93/00995

Internationales Aktenzeichen

<b>I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Kl. 5 F01N3/20; F01N3/28		
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>		
Recherchierte Mindestprüfstoff <sup>7</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	F01N ; B01D	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>8</sup>		
<b>III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN</b> <sup>9</sup>		
Art. <sup>9</sup>	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup>
X	DE,A,2 401 204 (MARQUARDT, PETER) 17. Juli 1975 * claim 1- 4 * siehe Seite 2, Zeile 19 - Seite 3, Zeile 34; Abbildung 1	1-12
X,P	EP,A,0 504 719 (SCHWÄBISCHE HÜTTENWERKE GMBH) 23. September 1992 * abstract * siehe Spalte 6, Zeile 33 - Spalte 7, Zeile 38; Abbildung 2	1-5
A		6-15
		-/--
<p><sup>9</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen <sup>10</sup> :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern zur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"A" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<b>IV. BESCHIEINIGUNG</b>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 06.AUGUST 1993		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 13. 08. 93
Internationale Recherchenbehörde EUROPAISCHES PATENTAMT		Unterschrift des bevollmächtigten Mediensteten VAN ZOEST A.P.

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE,A,3 536 309 (PÖHLMANN, ERICH) 12. Juni 1986  siehe Seite 7, Absatz 6 - Seite 8, Absatz 2; Abbildung 1 siehe Seite 8, Absatz 4 - Seite 9, Absatz 1; Abbildung 3 siehe Seite 10, Absatz 2 - Seite 11, Absatz 2; Abbildung 5	1,2,3, 16,18, 20,22,24
X	US,A,3 972 685 (HANAOKA) 3. August 1976 siehe Spalte 6, Zeile 25 - Spalte 7, Zeile 31; Abbildungen 7,8,9	1-4 20,21,22
X	US,A,3 910 042 (YUGE) 7. Oktober 1975 siehe Spalte 3, Zeile 53 - Spalte 4, Zeile 24; Abbildung 2	1,2,21, 23

# ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 9300995  
SA 73391

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06/08/93

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-2401204	17-07-75	Keine	
EP-A-0504719	23-09-92	DE-A- 4109227	24-09-92
DE-A-3536309	12-06-86	Keine	
US-A-3972685	03-08-76	JP-C- 861819	30-05-77
		JP-A- 50061509	27-05-75
		JP-B- 51038389	21-10-76
		US-A- 3957447	18-05-76
US-A-3910042	07-10-75	JP-C- 983982	22-01-80
		JP-A- 49004670	16-01-74
		JP-B- 54015973	19-06-79

EPO FORM P003

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82